



#6

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

International Patent Application of:)
RAINERI ET AL.)
Serial No. 10/079,925)
Confirmation No. 6492)
Filing Date: FEBRUARY 20, 2002)
For: A METHOD FOR MANUFACTURING)
ISOLATING STRUCTURES)

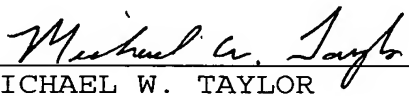
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Director, U.S. Patent and Trademark Office
Washington, D.C. 20231

Sir:

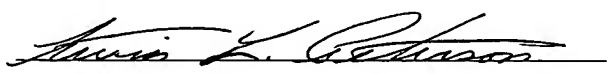
Transmitted herewith is a certified copy of the
priority Italian Application No. MI2001A000339.

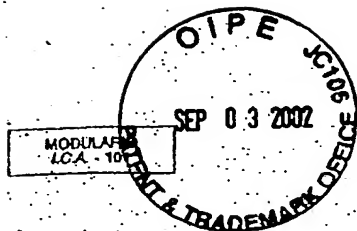
Respectfully submitted,


MICHAEL W. TAYLOR
Reg. No. 43,182
Allen, Dyer, Doppelt, Milbrath
& Gilchrist, P.A.
255 S. Orange Avenue, Suite 1401
Post Office Box 3791
Orlando, Florida 32802
Telephone: 407/841-2330
Fax: 407/841-2343
Attorney for Applicant

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being
deposited with the United States Postal Service as first class
mail in an envelope addressed to: DIRECTOR, U.S. PATENT AND
TRADEMARK OFFICE, WASHINGTON, D.C. 20231, on this 27th day of
August, 2002.





Mod. C.E. - 1-4-7

Ministero delle Attività Produttive
Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi
Ufficio G2



Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: Invenzione Industriale

N. **MI2001 A 000339**

*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

Roma, li

11 FEB. 2002

IL DIRIGENTE

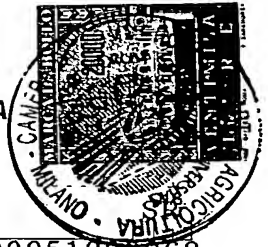
Giorgio Romani
.....
Ing. Giorgio ROMANI

AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO A



A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione STMicroelectronics S.r.l.
 Residenza Agrate Brianza (Milano) codice 00951900968
 2) Denominazione _____
 Residenza _____ codice _____

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome BOTTI Mario e altri cod. fiscale _____
 denominazione studio di appartenenza Botti & Ferrari S.r.l.
 via Locatelli n. 5 città Milano cap 20124 (prov) MI

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via _____ n. _____ città _____ cap _____ (prov) _____

D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/sci) _____ gruppo/sottogruppo _____/_____

Metodo per realizzare strutture isolanti.

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO:

SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA _____/_____/_____

N° PROTOCOLLO _____

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) RAINERI VITO 3) _____
 2) SAGGIO MARIO 4) _____

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato
S/R

1) _____/_____/_____
 2) _____/_____/_____

SCIOGLIMENTO RISERVE

Data

N° Protocollo

_____/_____/_____
 _____/_____/_____

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICROORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) 2 PROV n. pag. 12 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)
 Doc. 2) 2 PROV n. tav. 05 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)
 Doc. 3) 1 RIS lettera d'incarico, procura e riferimento procura generale
 Doc. 4) 0 RIS designazione inventore
 Doc. 5) 0 RIS documenti di priorità con traduzione in italiano
 Doc. 6) 0 RIS autorizzazione o atto di cessione
 Doc. 7) 0 nominativo completo del richiedente

SCIOGLIMENTO RISERVE

Data

N° Protocollo

_____/_____/_____
 _____/_____/_____
 _____/_____/_____
 _____/_____/_____
 confronta singole priorità
 _____/_____/_____
 _____/_____/_____

8) attestati di versamento, totale lire

Trecentosessantacinquemila=

COMPILATO IL 29/02/2001

FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE(I)

BOTTI Mario

CONTINUA SI/NO NO

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO

SI

CAMERA DI COMMERCIO IND. ART. E AGR. DI MILANO

MILANO

codice 15

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

MI2001C=00=

MI2001A 000339

L'anno duemila

DUEMILAUNO

, il giorno

VENTI

, del mese di

FEBBRAIO

il(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda di brevetto

00

fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraportato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE

IL DEPOSITANTE

L'UFFICIALE ROGANTE

M. CORTONESI



RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA

M/2001A000339

REG. A

DATA DI DEPOSITO

20022001

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASCIO

/ /

D. TITOLO

Metodo per realizzare strutture isolanti.

L. RIASSUNTO

Metodo per realizzare strutture isolanti in uno strato (1, 8) di carburo di silicio comprendente le seguenti fasi:

- depositare uno strato schermante (2) sullo strato (1, 8) di carburo di silicio;
- aprire delle aperture (2a) nello strato schermante (2) per esporre porzioni dello strato (1, 8) di carburo di silicio; comprendente inoltre le fasi di
- impiantazione ionica su tutta la superficie del chip;
- trattamento termico su tutta la superficie dello strato (1, 8) di silicio di carburo in modo da formare uno strato (4) di ossido, avente una prima porzione (5) di un primo spessore in corrispondenza di detta almeno una regione (3) ed una seconda porzione (6) di un secondo spessore in corrispondenza dello strato di carburo di silicio (1, 8).

M. DISEGNO

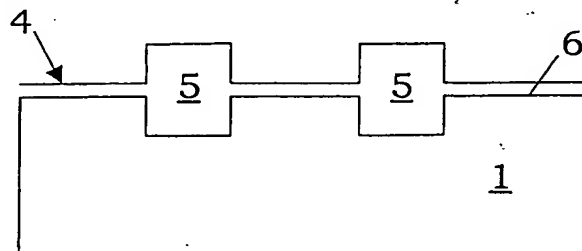


FIG. 5



Domanda di brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"Metodo per realizzare strutture isolanti."

a nome: **STMicroelectronics S.r.l.**

DESCRIZIONE

M 2001A000339

5 Campo di applicazione

La presente invenzione fa riferimento ad un metodo per realizzare strutture isolanti, in particolare in un substrato di carburo di silicio.

10 Più specificatamente l'invenzione si riferisce ad un metodo per realizzare strutture isolanti in uno strato di carburo di silicio comprendente le seguenti fasi:

- depositare uno strato schermante sullo strato di carburo di silicio;

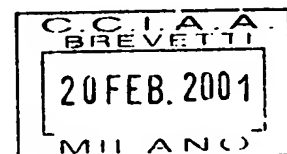
15 - aprire delle aperture in detto strato schermante per esporre porzioni dello strato di carburo di silicio.

L'invenzione fa altresì riferimento ad una struttura d'isolamento.

20 L'invenzione riguarda in particolare, ma non esclusivamente, un metodo per realizzare strutture isolanti in strati di carburo di silicio e la descrizione che segue è fatta con riferimento a questo campo di applicazione con il solo scopo di semplificarne l'esposizione.

Arte nota

25 Come è ben noto, il carburo di silicio è un materiale estremamente resistente agli attacchi chimici. Risulta molto difficile rimuovere una porzione di carburo di silicio con le normali tecniche di



attacco chimico che si usano nei processi standard della realizzazione dei circuiti integrati realizzati in silicio.

Un primo metodo della tecnica nota per effettuare la fase di attacco di tali strati prevede l'utilizzo di una soluzione al fluoro che
5 utilizza plasmi particolarmente densi.

Pur vantaggioso sotto vari aspetti, questo primo metodo presenta vari inconvenienti, in particolare è necessario l'uso di uno strato schermante (hard mask) per definire le aree da rimuovere. La definizione di tale strato schermante presenta notevoli problemi di
10 risoluzione e complica l'intero processo di attacco del carburo di silicio.

Il problema tecnico che sta alla base della presente invenzione è quello di escogitare un metodo per realizzare strutture isolanti in strati di carburo di silicio che sia compatibile con le tecniche standard di realizzazione di dispositivi microelettronici e avente caratteristiche
15 funzionali tali da consentire di superare le limitazioni che tuttora limitano i metodi dell'arte nota.

Sommario dell'invenzione

L'idea di soluzione che sta alla base della presente invenzione è quella di "danneggiare" l'area dello strato di carburo di silicio che si
20 vuole rimuovere, modificando la struttura reticolare dello strato di carburo di silicio stesso mediante una impiantazione ionica e consentire così una più efficiente e rapida rimozione di tali strati.

Sulla base di tale idea di soluzione il problema tecnico è risolto da un metodo del tipo precedentemente indicato e definito dalla
25 parte caratterizzante della rivendicazione 1.

Le caratteristiche ed i vantaggi del metodo secondo l'invenzione risulteranno dalla descrizione, fatta qui di seguito, di un suo esempio di realizzazione dato a titolo indicativo e non limitativo con riferimento ai disegni allegati.

5 Breve descrizione dei disegni

In tali disegni:

- le figure da 1 a 6 mostrano una prima forma di realizzazione del metodo secondo l'invenzione;

10 - le figure da 7 a 13 mostrano una seconda forma di realizzazione del metodo secondo l'invenzione;

- le figure da 14 a 20 mostrano una terza forma di realizzazione del metodo secondo l'invenzione

- la figura 21 è un diagramma che riporta la crescita di uno strato di ossido di SiC in funzione del tempo.

15 Descrizione dettagliata

Con riferimento alle figure da 1 a 6, viene illustrata una prima forma di realizzazione di un metodo per realizzare strutture isolanti secondo l'invenzione.

20 Le fasi di processo e le strutture descritte di seguito non formano un flusso completo di processo per la fabbricazione di circuiti integrati. La presente invenzione può essere messa in pratica insieme alle tecniche di fabbricazione dei circuiti integrati attualmente usate nel settore, e il metodo descritto si limita a quelle fasi del processo che sono necessarie per la comprensione della presente invenzione.

25 Le figure che rappresentano sezioni trasversali di porzioni di

un circuito integrato durante la fabbricazione non sono disegnate in scala, ma sono invece disegnate in modo da illustrare le caratteristiche importanti dell'invenzione.

5 Sulla superficie di substrato 1 di carburo di silicio (SiC) è formato uno strato schermante 2 di materiale fotosensibile (resist) o di metallizzazione, ad esempio di ossido di silicio.

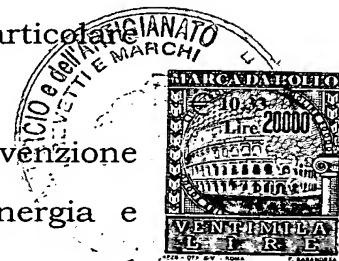
Mediante tecniche note fotolitografiche e successivi attacchi nello strato schermante 2 vengono realizzate delle aperture 2a in modo da esporre la porzione di substrato dove realizzare regioni 3a
10 d'isolamento (trench).

Secondo l'invenzione, viene effettuata una fase di impiantazione ionica di ioni pesanti o di droganti su tutta la superficie del chip. In questo modo in corrispondenza di regioni impiantate 3 nel substrato 1 e lasciate esposte dallo strato schermante 2, la fase di
15 impiantazione ionica di ioni "danneggia" il substrato 1 in particolare modificandone la struttura reticolare Si-C.

Vantaggiosamente, con il metodo secondo l'invenzione variando i parametri della fase di impiantazione, quale energia e dosaggio, è possibile modificare la profondità delle regioni 3 soggette al
20 "danno".

Rimosso lo strato schermante 2 da tutta la superficie del substrato 1 viene quindi effettuata una fase di ossidazione di tutto il substrato 1.

Sulla superficie del chip si forma uno strato di ossido 4. Come
25 è noto, inoltre durante il trattamento termico anche una porzione



superficiale del substrato 1 si trasforma nello strato di ossido 4.

In particolare, in corrispondenza delle regioni 3 lo strato di ossido 4 presenta una prima porzione 5 un primo spessore, mentre sul restante substrato 1 lo strato di ossido 4 presenta una seconda
5 porzione 6 un secondo spessore inferiore al primo spessore. Questa differenza è dovuta alle variazioni della struttura reticolare nelle regioni 3 impiantate generate dalla fase di impiantazione ionica e che provocano un aumento del tasso di ossidazione dello strato di carburo di silicio e quindi un ispessimento dello strato di ossido 4.

10 E' opportuno rimarcare il fatto che l'ossidazione termica del carburo di silicio è un processo estremamente lento come illustrato in figura 21. In tale figura è riportato lo spessore dell'ossido cresciuto su SiC in funzione del tempo e per diverse temperature di ossidazione. Vantaggiosamente, secondo l'invenzione, all'impianto di ioni nel
15 substrato 1 SiC, la velocità di ossidazione risulta notevolmente aumentata.

Ad esempio, nel caso di una impiantazione di ioni di silicio a 1 Mev e con un concentrazione di 5×10^{15} e un processo di ossidazione realizzato a 1150 °C per due ore in ambiente O₂, a fronte di uno
20 spessore di ossido di 500nm sulla porzione non danneggiata, lo spessore del strato di ossido sulle regioni 3 è di 2,5 µm.

In queste condizioni la profondità dello strato di ossido nel substrato è di 1 µm utilizzando una tecnica a fluoro convenzionale all'1%.

25 Effettuata una fase di rimozione dello strato di ossido sia dalla

superficie del substrato 1 che dalle regioni 3, risultano definite in profondità nel substrato 1 regioni 3A d'isolamento (trench).

Vantaggiosamente, secondo l'invenzione, la realizzazione delle strutture isolanti e relative regioni di trincea avviene per attacco dello
5 strato di ossido di silicio, invece del carburo di silicio.

Per realizzare le regioni di trench 3A è quindi possibile utilizzare delle fasi di rimozione standard, quali quelle usate nei processi noti di realizzazione dei circuiti integrati.

Il metodo secondo l'invenzione risulta particolarmente
10 vantaggioso per realizzare il trench di isolamento di un diodo ottenuto mediante crescita epitassiale.

Con riferimento alle figure da 7 a 13 viene di seguito descritta questa seconda applicazione del metodo secondo l'invenzione.

Nella struttura mostrata in tali figure, gli elementi identici a
15 quelli della struttura delle figure precedenti, sono denotati con gli stessi numeri di riferimento.

Sulla superficie di substrato 1 di carburo di silicio viene formato un primo strato epitassiale 7 drogato con impurità di tipo N con una concentrazione di drogante relativamente bassa ed un secondo
20 strato epitassiale 8 drogato con impurità di tipo P con una concentrazione di drogante relativamente alta. Vantaggiosamente, questo secondo strato 8 ha uno spessore minore rispetto al primo strato 7.

Su questo secondo strato epitassiale 8 è formato uno strato
25 schermante 2 di materiale fotosensibile (resit) o di metallizzazione, o

ossido di silicio.

Mediante tecniche note fotolitografiche e successivi attacchi lo strato schermante 2 viene inciso e in parte rimosso in modo da esporre porzioni di substrato dove realizzare le regioni 3 d'isolamento.

5 Vantaggiosamente, viene effettuata una impiantazione ionica su tutta la superficie del chip. In particolare, nella porzione di substrato dove realizzare l'isolamento vengono impiantati ioni pesanti. In tali regioni 3 la struttura dello strato 8 subisce un "danneggiamento" a causa dell'impiantazione.

10 Rimosso lo strato schermante 2 da tutta la superficie del substrato 1 viene quindi effettuata una fase di ossidazione di tutto il substrato 1.

Si forma così uno strato di ossido 4 che, in corrispondenza delle regioni 3, presenta una prima porzione 5 di un primo spessore, 15 mentre in corrispondenza dello strato epitassiale 8, presenta un seconda porzione 6 un secondo spessore inferiore al primo spessore.

In queste condizioni la profondità della prima porzione dello strato di ossido 4 è maggiore di quella del secondo strato epitassiale 8. Il secondo strato 8 rimane quindi isolato superficialmente dal bordo della 20 struttura, per formare l'anodo del diodo.

Vantaggiosamente, questo strato di ossido 4 può essere completamente rimosso e sostituito con un materiale isolante opportuno.

Viene quindi effettuata una apertura 4a nello strato di ossido 25 4 per esporre almeno una porzione dello strato 8.

Il processo di fabbricazione del diodo viene quindi completato con la formazione di strati 10 di metallizzazione convenzionali.

Il metodo secondo l'invenzione può essere inoltre utilizzato per realizzare strutture di bordo. Nel seguito per semplicità di esposizione, viene illustrato il metodo di realizzazione di una struttura di isolamento di un diodo ottenuto come illustrato in precedenza, con riferimento alle figure da 7 a 13.

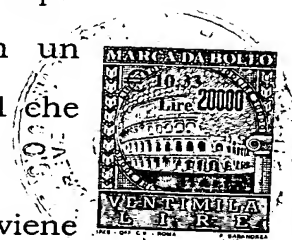
In particolare il processo di fabbricazione di tale struttura di bordo viene descritto a partire dalla fine della fase di figura 11 corrispondente alla figura 14, in quest'ultima essendo in particolare illustrata la sola porzione perimetrale dello strato 8, come illustrato nelle figure da 14 a 20.

Con riferimento alla figura 15, lo strato 4 di strato di ossido viene completamente rimosso formando un trench 4A. Successivamente viene formata una maschera 9 denominata ring mask, sul bordo del chip e viene quindi effettuata una fase di impiantazione su tutto il chip.

Vantaggiosamente, tale impianto viene realizzato con un angolo di inclinazione tale da realizzare una regione impiantata 11 che si estende sia sul fondo che sulla parete laterale del trench 4A.

Dopo aver rimosso la ring mask 9, secondo l'invenzione viene effettuato un trattamento ossidante su tutto il chip, che permette di ottenere uno strato di ossido 12 che realizza l'isolamento di bordo del diodo.

In conclusione, il metodo secondo l'invenzione consente di realizzare delle strutture isolanti o trench negli strati di carburi di



silicio, mediante tecniche standard dei processi di realizzazione dei circuiti integrati. In particolare, danneggiando mediante impiantazione di ioni pesanti o di ioni droganti, porzioni di uno strato di carburo di silicio, il metodo secondo l'invenzione migliora il tasso di ossidazione
5 dello strato di carburo di silicio. Il processo di rimozione dello strato di carburo così ossidato risulta quindi perfettamente compatibile con le tecniche di rimozione dei circuiti integrati standard, rendendo così più rapide e efficienti le operazioni di rimozione.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per realizzare strutture isolanti in uno strato (1, 8) di carburo di silicio comprendente le seguenti fasi:

5 - depositare uno strato schermante (2) sullo strato (1, 8) di carburo di silicio;

 - aprire delle aperture (2a) in detto strato schermante (2) per esporre porzioni dello strato (1, 8) di carburo di silicio; caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre le fasi di

10 - impiantazione ionica su tutta la superficie del chip;
 - trattamento termico su tutta la superficie dello strato (1, 8) di silicio di carburo in modo da formare uno strato (4) di ossido, avente una prima porzione (5) di un primo spessore in corrispondenza di detta almeno una regione (3) ed una seconda porzione (6) di un secondo spessore in corrispondenza di detto strato di carburo di silicio (1, 8).

15 2. Metodo per realizzare strutture isolanti secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto di comprendere l'ulteriore fase di:

20 - attacco di detto strato (4) di ossido, per formare regioni di isolamento (3A) in corrispondenza di detta prima porzione (5) di detto strato di ossido (4).

 3. Metodo per realizzare strutture isolanti secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che detto strato schermante (2) viene rimosso completamente prima di detta fase di trattamento termico.

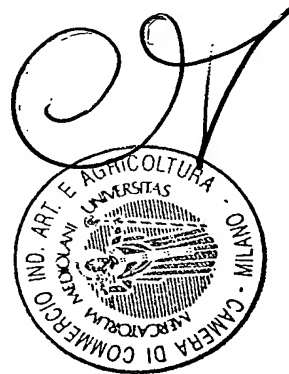
25 4. Metodo per realizzare strutture isolanti secondo una

qualsiasi delle rivendicazione precedenti caratterizzato dal fatto che durante detta fase di impiantazione vengono impiantati ioni pesanti.

5. Metodo per realizzare strutture isolanti secondo una qualsiasi delle rivendicazione precedenti caratterizzato dal fatto che durante detta fase di impiantazione vengono impiantati ioni droganti.

6. Struttura di isolamento ottenuta dal metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti.

Ing. Mario BOTTI
N. Iscriz. ALBO 493 BM



1/5

MI 2001A000339



FIG. 1

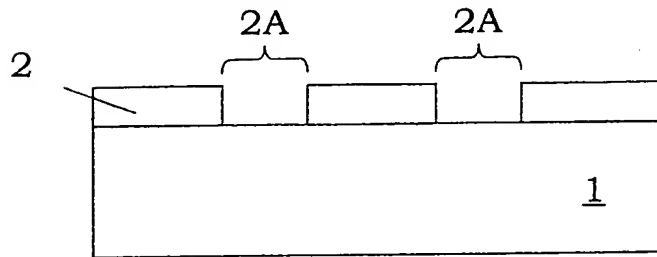


FIG. 2

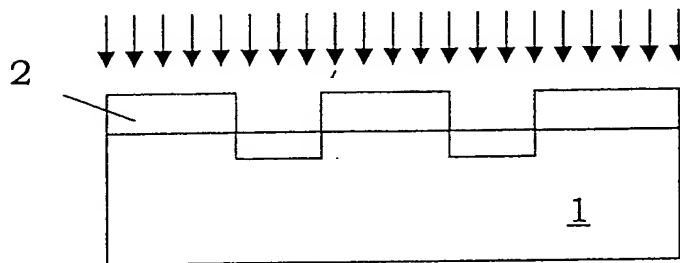


FIG. 3

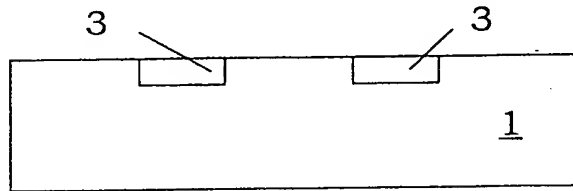


FIG. 4

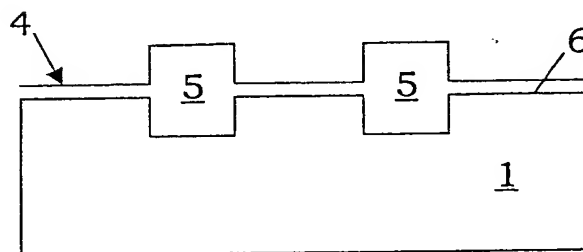


FIG. 5

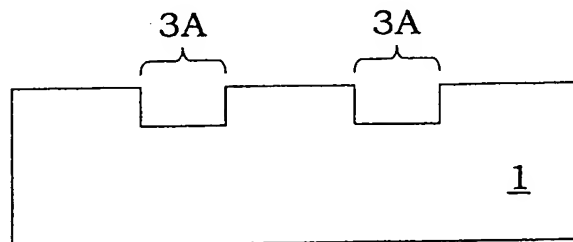
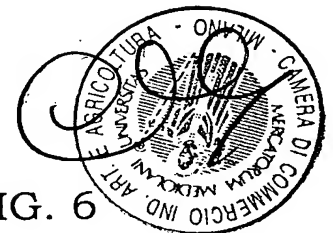


FIG. 6



Ing. Mario BOTTI
N. Iscriz. ALBQ 493/54

Mario Botti

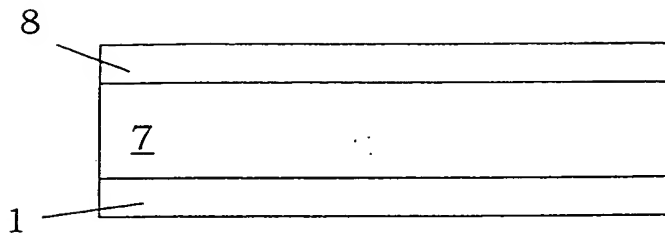


FIG. 7

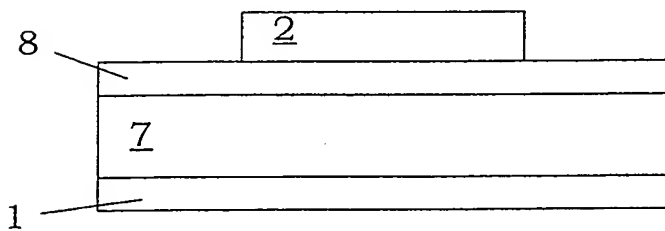


FIG. 8

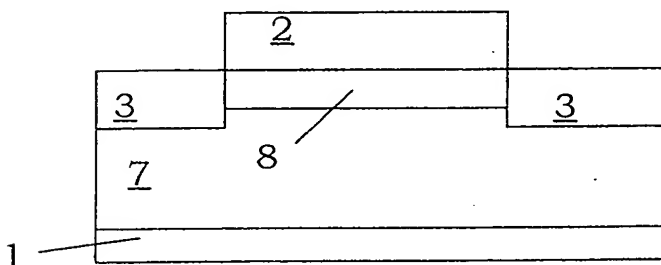


FIG. 9

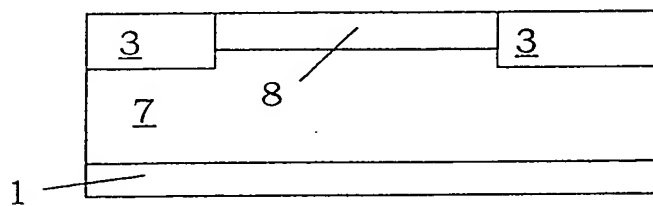


FIG. 10

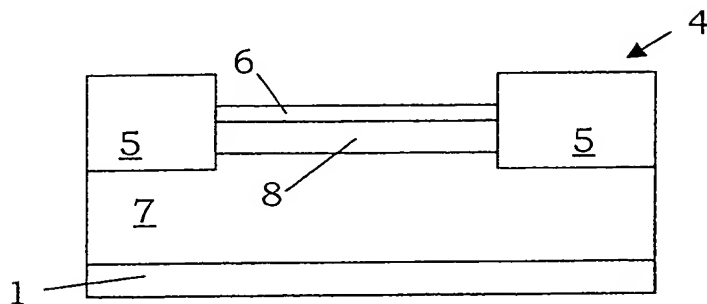
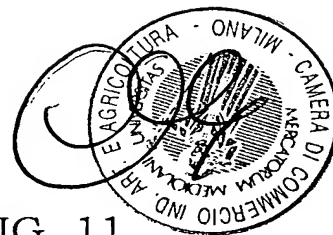


FIG. 11



Ing. Mario BOTTI
N. Iscritt. ALBO 423 RM

Mario Botti

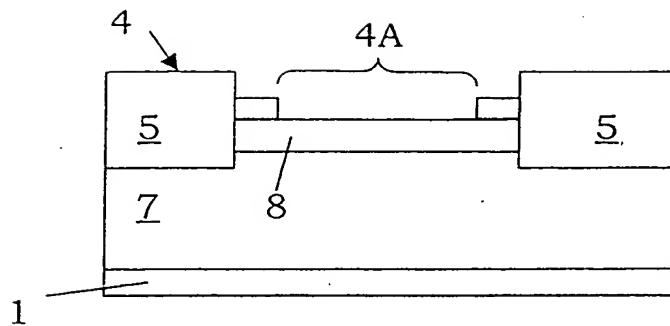


FIG. 12

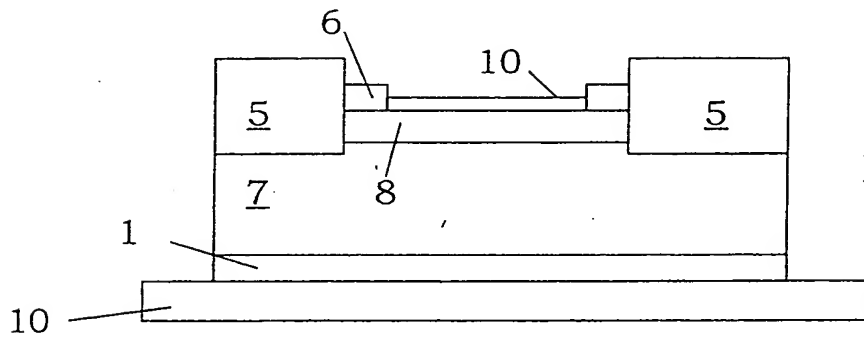


FIG. 13

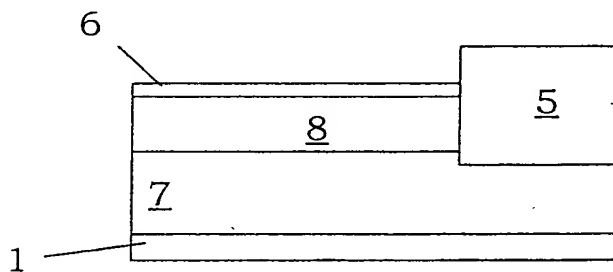


FIG. 14

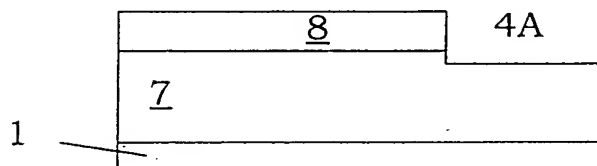


FIG. 15

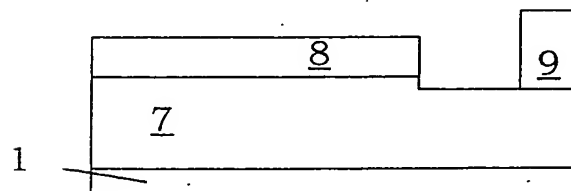
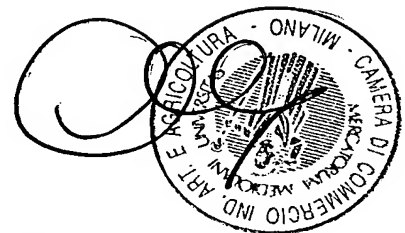


FIG. 16



Ing. Mario BOTTA
N. Iscriz. ALBO 493 SM

Mario Botto

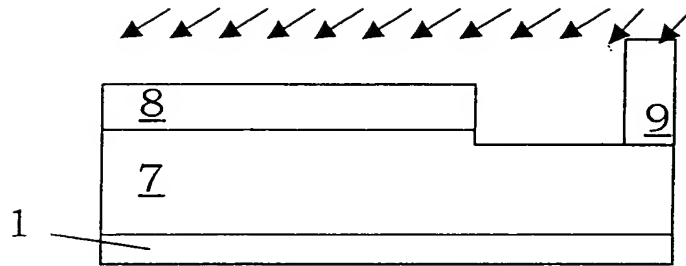


FIG. 17

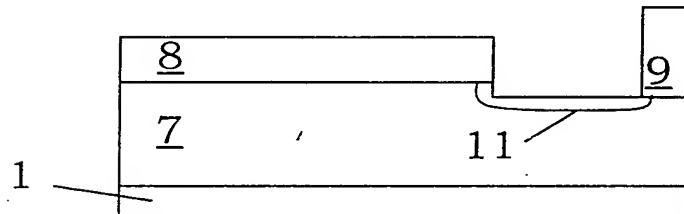


FIG. 18

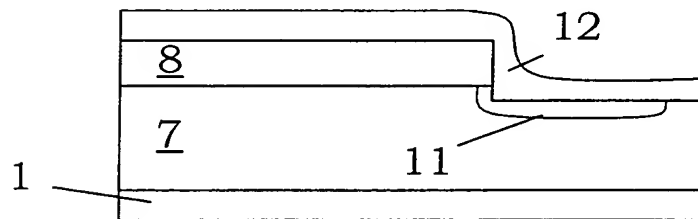


FIG. 19

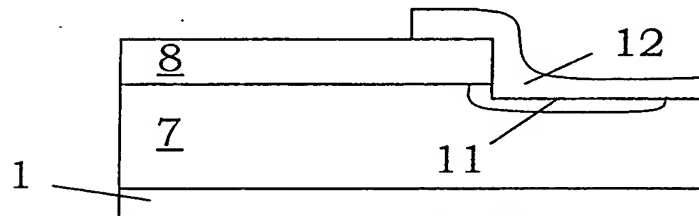
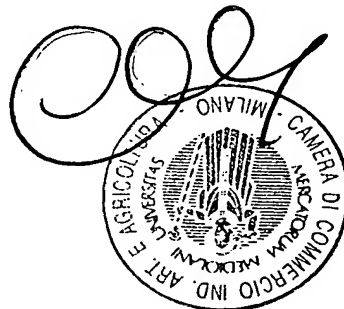


FIG. 20



Ing. Mario BOTTI
N. ISCRIZ. ALBO 493/8M

Mario Botti

5/5

MI 200 1A 000 339

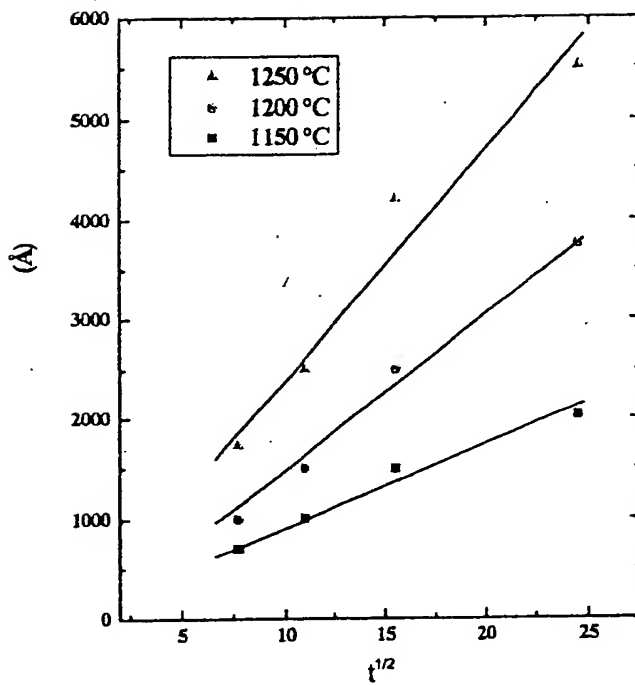


FIG. 21

Ing. Mario BOTTI
N. Iscriz. ALBO 493 EM

Mario Botti

